OIPE JC100
MAR 12 2004
PATENT & TRADEMARK OFFICE

Docket No: 742421-86

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of	)
Mitsuo HITOMI et al.	)
Application No. 10/677,750	) Art Unit: 3747
Filed: October 3, 2003	) Confirmation No. 4904
For: SPARK-IGNITION ENGINE CONTROLLER	) Date: March 9, 2004

CERTIFICATE OF MAILING

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service with sufficient postage for first class mail in an envelope addressed to: Mail Stop Missing Parts, Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450, on March 9, 2004.

Name: Rhonda M. Grant

CLAIM FOR CONVENTION PRIORITY

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed:

COUNTRY	APPLICATION NO.	MONTH/DAY/YEAR
Japan	2002-292875	October 4, 2002

In support of this claim, enclosed is a certified copy of said prior foreign application. Acknowledgment of receipt of this certified copy is requested.

Respectfully submitted,

By: _____
Donald R. Studebaker.
Registration No. 32,815

NIXON PEABODY LLP
401 9th Street, N.W.
Suite 900
Washington, DC 20004-2128
Telephone: (202) 585-8000
NVA290827.1

P12804S

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: ２００２年１０月　４日

出願番号
Application Number: 特願２００２－２９２８７５

[ST. 10/C]: [ＪＰ２００２－２９２８７５]

出願人
Applicant(s): マツダ株式会社

２００３年１０月　６日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office 今井康夫

出証番号　出証特２００３－３０８２１８７

【書類名】　特許願
【整理番号】　30617
【提出日】　平成14年10月 4日
【あて先】　特許庁長官殿
【国際特許分類】　F02B 41/34
【発明の名称】　火花点火式エンジンの制御装置
【請求項の数】　10
【発明者】
【住所又は居所】　広島県安芸郡府中町新地３番１号　マツダ株式会社内
【氏名】　人見　光夫
【発明者】
【住所又は居所】　広島県安芸郡府中町新地３番１号　マツダ株式会社内
【氏名】　住田　孝司
【発明者】
【住所又は居所】　広島県安芸郡府中町新地３番１号　マツダ株式会社内
【氏名】　林　好徳
【特許出願人】
【識別番号】　000003137
【住所又は居所】　広島県安芸郡府中町新地３番１号
【氏名又は名称】　マツダ株式会社
【代理人】
【識別番号】　100067828
【弁理士】
【氏名又は名称】　小谷　悦司
【選任した代理人】
【識別番号】　100075409
【弁理士】
【氏名又は名称】　植木　久一

【選任した代理人】

【識別番号】　100099955

【弁理士】

【氏名又は名称】　樋口　次郎

【手数料の表示】

【予納台帳番号】　012472

【納付金額】　21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】　明細書　1

【物件名】　図面　1

【物件名】　要約書　1

【包括委任状番号】　9908482

【プルーフの要否】　要

【書類名】　明細書

【発明の名称】火花点火式エンジンの制御装置

【特許請求の範囲】

【請求項１】　各気筒の燃焼サイクルが所定の位相差をもつように設定された多気筒の火花点火式エンジンにおいて、

エンジンの部分負荷域でエンジンの吸・排気及び燃焼状態についての制御モードを特殊運転モードとし、この特殊運転モードでは、排気行程と吸気行程とが重なる一対の気筒間において排気行程にある先行気筒から排出される既燃ガスがそのまま吸気行程にある後続気筒に気筒間ガス通路を介して導入され、この後続気筒から排出されるガスが排気通路に導かれるような２気筒接続状態としつつ、先行気筒の空燃比を理論空燃比よりも大きいリーン空燃比として燃焼を行わせ、この先行気筒から後続気筒に導入されたリーン空燃比の既燃ガスに燃料を供給して後続気筒の燃焼を行わせるように制御する運転モード制御手段と、

上記特殊運転モードとされる運転領域で、後続気筒を圧縮自己着火により燃焼を行わせるように制御する燃焼状態制御手段と、

上記後続気筒の圧縮自己着火領域で、ノッキングが発生し易い運転状態にある場合には、ノッキングが生じにくい運転状態にある場合に比べて後続気筒に対する燃料の噴射時期を相対的にリタードさせる燃料噴射制御手段とを備えたことを特徴とする火花点火式エンジンの制御装置。

【請求項２】　後続気筒の圧縮自己着火領域で、ノッキングが発生し易い運転状態にある場合には、後続気筒に対する燃料の噴射時期を圧縮行程の後半に設定することを特徴とする請求項１記載の火花点火式エンジンの制御装置。

【請求項３】　後続気筒の圧縮自己着火領域で、ノッキングが発生し易い運転状態にある場合には、後続気筒に燃料を分割して噴射するとともに、この分割噴射時における燃料の後期噴射時期を圧縮後半に設定することを特徴とする請求項１記載の火花点火式エンジンの制御装置。

【請求項４】　後続気筒の圧縮自己着火領域で、ノッキングの発生確率を判別し、このノッキングの発生確率が高い程、上記燃料の分割噴射時における後期噴射時期を圧縮上死点に近づけるようにリタードさせることを特徴とする請求項

３記載の火花点火式エンジンの制御装置。

【請求項５】　後続気筒の圧縮自己着火領域で、ノッキングが発生し易い運転状態にある場合には、後続気筒に燃料を分割して噴射するとともに、この分割噴射時における燃料の後期噴射量を前噴射量よりも多い値に設定することを特徴とする請求項３記載の火花点火式エンジンの制御装置。

【請求項６】　後続気筒の圧縮自己着火領域で、ノッキングの発生確率を判別し、このノッキングの発生確率が高い程、後続気筒に噴射される燃料の総噴射量に対する後期噴射量の割合を増大させるように変化させることを特徴とする請求項５記載の火花点火式エンジンの制御装置。

【請求項７】　後続気筒の圧縮自己着火領域で、エンジンが高負荷側の運転領域にある場合に、ノッキングが発生し易い状態にあると判定することを特徴とする請求項１記載の火花点火式エンジンの制御装置。

【請求項８】　オクタン価の低い燃料を使用している場合に、後続気筒の圧縮自己着火領域でノッキングが発生し易い状態にあると判定することを特徴とする請求項１記載の火花点火式エンジンの制御装置。

【請求項９】　後続気筒の圧縮自己着火領域で、ノッキングが発生し易い運転状態にある場合には、圧縮行程の後半で強い乱流強度が維持されるようにスワールを生成するスワール生成手段を備えたことを特徴とする請求項１記載の火花点火式エンジンの制御装置。

【請求項１０】　気筒間ガス通路の先端部分を、平面視で後続気筒のシリンダ接線方向に指向させるとともに、後続気筒の吸気行程で上記気筒間ガス通路から後続気筒内に既燃ガスを導入させることにより、燃焼室内にスワールを生成することを特徴とする請求項９記載の火花点火式エンジンの制御装置。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、火花点火式エンジンの制御装置に関し、より詳しくは、多気筒のエンジンにおいて燃費改善及びエミッション向上のために各気筒の燃焼状態を制御する装置に関するものである。

【０００２】

【従来の技術】

従来から、火花点火式エンジンにおいて、各気筒内の混合気の空燃比を理論空燃比よりも大きいリーン空燃比とした状態で燃焼を行わせることにより燃費改善を図る技術が知られており、燃焼室内に直接燃料を噴射する燃料噴射弁を備え、エンジンが低回転低負荷領域の運転状態にある場合等、上記燃料噴射弁から燃料を圧縮行程で噴射して成層燃焼を行わせることにより、超リーン燃焼を実現するようにしたものが知られている（例えば、特許文献１参照）。

【０００３】

このようなエンジンにおいては、排気ガス浄化用の触媒として通常の三元触媒（ＨＣ，ＣＯ及びＮＯｘに対して理論空燃比付近で浄化性能の高い触媒）だけではリーン運転時にＮＯｘに対して充分な浄化性能が得られないため、特許文献１にも示されるように、酸素過剰雰囲気でＮＯｘを吸着して酸素濃度低下雰囲気でＮＯｘの離脱、還元を行うリーンＮＯｘ触媒を設けている。そして、このようなリーンＮＯｘ触媒を用いる場合、リーン運転中にリーンＮＯｘ触媒のＮＯｘ吸着量が増大したときは、例えば特許文献１に示されるように主燃焼以外に膨張行程中に追加燃料を噴射することで排気ガスの空燃比をリッチ化するとともにＣＯを生成し、これによってＮＯｘの離脱、還元を促進するようにしている。

【０００４】

【特許文献１】

特開平１０－２９８３６号公報

【０００５】

【発明が解決しようとする課題】

上記のような従来のリーン運転を行うエンジンでは、リーン運転中のＮＯｘ浄化性能を確保するために、上記リーンＮＯｘ触媒を排気通路に設ける必要があり、コスト的に不利である。また、上記リーンＮＯｘ触媒の浄化性能を維持するためには、上述のようにＮＯｘ吸着量増大時にＮＯｘの離脱、還元のため追加燃料の供給等による一時的な空燃比のリッチ化を行う必要がある。さらに、使用燃料が硫黄分を多く含む場合には、上記リーンＮＯｘ触媒の硫黄被毒を解消するため

の触媒の加熱処理及び還元材供給等のリジェネレーション処理が必要となり、これらによって燃費改善効果が低下する。しかも、混合気の空燃比がある程度以上にリーンになると、燃焼速度が遅くなりすぎてその終期に近い燃焼が仕事に寄与しなくなるため、成層燃焼でのリーン化による燃費改善には限界があった。

【０００６】

また、燃費改善のための別の手法として、圧縮自己着火が研究されている。この圧縮自己着火は、ディーゼルエンジンと同様に圧縮行程終期に燃焼室内を高温、高圧にして燃料を自己着火させるようにするものであり、空燃比が超リーンの状態や多量のＥＧＲが導入されている状態でも、このような圧縮自己着火が行われれば燃焼室全体が一気に燃焼することにより、仕事に寄与しない遅い燃焼が避けられるため、燃費の改善に有利となる。

【０００７】

しかし、通常の火花点火式のガソリンエンジンでは燃焼のために強制点火が必要であって、圧縮上死点付近での燃焼室内の温度及び圧力が圧縮自己着火を生じさせる程度までには高められず、圧縮自己着火を行わせるためには燃焼室内の温度または圧力を大幅に高めるための格別の工夫が必要となるが、従来、高負荷域でのノッキング、つまり燃焼室内で火炎が伝播する前に混合気が自然着火することによる異常燃焼を避けつつ、燃費改善が要求される部分負荷域で圧縮自己着火を生じさせる程度まで燃焼室内の温度または圧力を高めることが困難であった。

【０００８】

そこで、本出願人は、リーン燃焼と圧縮自己着火とを併用して大幅な燃費改善効果をもたせるべく、エンジンの部分負荷域で、排気行程と吸気行程とが重なる一対の気筒間において排気行程にある先行気筒から排出される既燃ガスがそのまま吸気行程にある後続気筒に気筒間ガス通路を介して導入される２気筒接続状態とし、先行気筒では空燃比を理論空燃比よりも大きいリーン空燃比にして、強制点火により燃焼を行わせるとともに、後続気筒では先行気筒から導入されたリーン空燃比の既燃ガスに燃料を供給して圧縮自己着火により燃焼を行わせるようにした火花点火式エンジンの制御装置に関する技術を出願している（特願２００２－１８５２４２号）。

【０００９】

本発明は、このような技術に基づき、ノッキングの発生を抑制しつつ、さらに広い運転域で効果的に後続気筒での圧縮自己着火による燃焼を行わせることができるようにし、燃費及びエミッションの改善効果を高めることができる火花点火式エンジンの制御装置を提供するものである。

【００１０】

【課題を解決するための手段】

請求項１に係る発明は、各気筒の燃焼サイクルが所定の位相差をもつように設定された多気筒の火花点火式エンジンにおいて、エンジンの部分負荷域でエンジンの吸・排気及び燃焼状態についての制御モードを特殊運転モードとし、この特殊運転モードでは、排気行程と吸気行程とが重なる一対の気筒間において排気行程にある先行気筒から排出される既燃ガスがそのまま吸気行程にある後続気筒に気筒間ガス通路を介して導入され、この後続気筒から排出される排気ガスが排気通路に導かれるような２気筒接続状態としつつ、先行気筒の空燃比を理論空燃比よりも大きいリーン空燃比として燃焼を行わせ、この先行気筒から後続気筒に導入されたリーン空燃比の既燃ガスに燃料を供給して後続気筒の燃焼を行わせるように制御する運転モード制御手段と、上記特殊運転モードとされる運転領域で、後続気筒を圧縮自己着火により燃焼を行わせるように制御する燃焼状態制御手段と、上記後続気筒の圧縮自己着火領域で、ノッキングが発生し易い運転状態にある場合には、ノッキングが生じにくい運転状態にある場合に比べて後続気筒に対する燃料の噴射時期を相対的にリタードさせる燃料噴射制御手段とを備えたものである。

【００１１】

この発明によると、エンジンの部分負荷領域で上記特殊運転モードとされて後続気筒で圧縮自己着火により燃焼が行われる場合に、上記先行気筒ではリーン燃焼による熱効率向上及びポンピングロス低減による燃費改善効果が得られ、後続気筒では圧縮自己着火による燃焼効率の向上及びポンピングロス低減による燃費改善効果が得られる。そして、上記後続気筒の圧縮自己着火領域で、ノッキングが生じ易い運転状態にあることが確認された場合には、後続気筒に対する燃料の

噴射時期が相対的にリタードされることにより、混合気の活性化が抑制されるため、混合気の着火性が良すぎることに起因したノッキングの発生が効果的に防止される。また、上記後続気筒の圧縮自己着火領域で、ノッキングが生じにくい運転状態にあることが確認された場合には、後続気筒に対する燃料の噴射時期が相対的にアドバンスされることにより、混合気の活性化が促進されるため、上記後続気筒における失火の発生が効果的に防止され、圧縮自己着火による熱効率の向上作用が得られるとともに、エンジン出力が充分に確保されることになる。

【００１２】

また、請求項２に係る発明は、上記請求項１記載の火花点火式エンジンの制御装置において、後続気筒の圧縮自己着火領域で、ノッキングが発生し易い運転状態にある場合には、後続気筒に対する燃料の噴射時期を圧縮行程の後半に設定するものである。

【００１３】

上記構成によれば、後続気筒の圧縮自己着火領域で、後続気筒の燃焼室内温度が高いこと等に起因してノッキングが生じ易い運転状態にあることが確認された場合には、後続気筒に対する燃料の噴射時期が相対的にリタードされて圧縮行程の後半に設定されることにより、混合気の活性化が適度に抑制されてノッキングの発生が効果的に防止されることになる。

【００１４】

また、請求項３に係る発明は、上記請求項１記載の火花点火式エンジンの制御装置において、ノッキングが発生し易い運転状態にある場合には、後続気筒に燃料を分割して噴射するとともに、この分割噴射時における燃料の後期噴射時期を圧縮後半に設定するものである。

【００１５】

上記構成によれば、後続気筒の圧縮自己着火領域で、後続気筒の燃焼室内温度が高いこと等に起因してノッキングが生じ易い運転状態にあることが確認された場合には、後続気筒に燃料が分割して噴射されるとともに、この分割噴射される燃料の後期噴射時期が圧縮行程の後半に設定されることにより、混合気の活性化が適度に抑制されるため、失火の発生が防止されつつノッキングの発生が効果的

に防止されることになる。

【００１６】

また、請求項４に係る発明は、上記請求項３記載の火花点火式エンジンの制御装置において、後続気筒の圧縮自己着火領域で、ノッキングの発生確率を判別し、このノッキングの発生確率が高い程、上記燃料の分割噴射時における後期噴射時期を圧縮上死点に近づけるようにリタードさせるものである。

【００１７】

上記構成によれば、後続気筒の圧縮自己着火領域で、後続気筒の燃焼室内温度等に対応して判別されたノッキングの発生確率に応じ、後続気筒に分割噴射される燃料の後期噴射時期が制御され、この燃料の後期噴射時期が、ノッキングの発生確率が高い程、圧縮上死点に近い時期にリタードされることにより、ノッキングの発生確率が高い領域で混合気が活性化することが抑制されてノッキングの発生が効果的に防止されることになる。

【００１８】

また、請求項５に係る発明は、上記請求項３記載の火花点火式エンジンの制御装置において、ノッキングが発生し易い運転状態にある場合には、後続気筒に燃料を分割して噴射するとともに、この分割噴射時における燃料の後期噴射量を前噴射量よりも多い値に設定するものである。

【００１９】

上記構成によれば、後続気筒の圧縮自己着火領域で、後続気筒の燃焼室内温度が高いこと等に起因してノッキングが生じ易い運転状態にあることが確認された場合には、後続気筒に燃料が分割して噴射されるとともに、この分割噴射される燃料の後期噴射量が前駆噴射量に比べて多い値に設定されることにより、混合気の活性化が適度に抑制されるため、失火の発生が防止されつつノッキングの発生が効果的に防止されることになる。

【００２０】

また、請求項６に係る発明は、上記請求項５記載の火花点火式エンジンの制御装置において、後続気筒の圧縮自己着火領域で、ノッキングの発生確率を判別し、このノッキングの発生確率が高い程、後続気筒に噴射される燃料の総噴射量に

対する後期噴射量の割合を増大させるように変化させるものである。

【００２１】

上記構成によれば、後続気筒の圧縮自己着火領域で、後続気筒の燃焼室内温度等に対応して判別されたノッキングの発生確率に応じ、後続気筒に対する燃料の噴射量が制御され、ノッキングの発生確率が高い程、後続気筒に分割噴射される燃料の後期噴射量の割合が多く設定されることにより、混合気の活性化がさらに抑制されてノッキングの発生が、より効果的に防止されることになる。

【００２２】

また、請求項７に係る発明は、上記請求項１記載の火花点火式エンジンの制御装置において、後続気筒の圧縮自己着火領域で、エンジンが高負荷側の運転領域にある場合に、ノッキングが発生し易い状態にあると判定するものである。

【００２３】

上記構成によれば、後続気筒の圧縮自己着火領域で、エンジンが高負荷側の運転状態にある場合には、後続気筒の燃焼室内温度が高くなる傾向があるため、これに対応してノッキングが生じ易い運転状態にあるか否かが正確に判別され、この判別結果に応じて後続気筒に対する燃料の噴射時期が適正に制御されることになる。

【００２４】

また、請求項８に係る発明は、上記請求項１記載の火花点火式エンジンの制御装置において、オクタン価の低い燃料を使用している場合に、後続気筒の圧縮自己着火領域でノッキングが発生し易い状態にあると判定するものである。

【００２５】

上記構成によれば、後続気筒の圧縮自己着火領域で、使用される燃料のオクタン価に応じてノッキングが生じ易い運転状態にあるか否かが正確に判別され、この判別結果に基づいて後続気筒に対する燃料の噴射時期が適正に制御されることになる。

【００２６】

また、請求項９に係る発明は、上記請求項１記載の火花点火式エンジンの制御装置において、後続気筒の圧縮自己着火領域で、ノッキングが発生し易い運転状

態にある場合には、圧縮行程の後半で強い乱流強度が維持されるようにスワールを生成するスワール生成手段を備えたものである。

【００２７】

上記構成によれば、後続気筒の圧縮自己着火領域で、後続気筒の燃焼室内温度が高いこと等に起因してノッキングが生じ易い運転状態にあることが確認された場合には、上記スワール生成手段によって生成されたスワールに応じ、圧縮行程の後半で強い乱流強度が維持されることによる燃焼性の改善効果と、後続気筒に対する燃料の噴射時期がリタードされて圧縮上死点に近づけられることによるノッキングの抑制効果とが両立されることになる。

【００２８】

また、請求項１０に係る発明は、上記請求項９記載の火花点火式エンジンの制御装置において、気筒間ガス通路の先端部分を、平面視で後続気筒のシリンダ接線方向に指向させるとともに、後続気筒の吸気行程で上記気筒間ガス通路から後続気筒内に既燃ガスを導入させることにより、燃焼室内にスワールを生成するものである。

【００２９】

上記構成によれば、後続気筒の圧縮自己着火領域で、後続気筒の燃焼室内温度が高いこと等に起因してノッキングが生じ易い運転状態にあることが確認された場合には、気筒間ガス通路が後続気筒の吸気行程で導通状態となって先行気筒から排出された既燃ガスが後続気筒内に導入されることにより、圧縮行程の後半で強い乱流強度が維持されるようにスワールが形成され、後続気筒の燃焼性が良好状態に維持されることになる。

【００３０】

【発明の実施の形態】

図１は本発明の一実施形態によるエンジンの概略構成を示し、図２はエンジン本体１の一つの気筒とそれに対して設けられた吸・排気弁等の構造を概略的に示している。これらの図において、エンジン本体１は複数の気筒を有し、図示の実施形態では４つの気筒２Ａ～２Ｄを有している。各気筒２Ａ～２Ｄにはピストン３が嵌挿され、ピストン３の上方に燃焼室４が形成されている。

【００３１】

各気筒２の燃焼室４の頂部には点火プラグ７が装備され、そのプラグ先端が燃焼室４内に臨んでいる。この点火プラグ７には、電子制御による点火時期のコントロールが可能な点火回路８が接続されている。

【００３２】

燃焼室４の側方部には、燃焼室４内に燃料を直接噴射する燃料噴射弁９が設けられている。この燃料噴射弁９は、図略のニードル弁及びソレノイドを内蔵し、後述する燃料噴射制御手段からパルス信号が入力されることにより、そのパルス入力時期にパルス幅に対応する時間だけ駆動されて開弁し、その開弁時間に応じた量の燃料を噴射するように構成されている。なお、この燃料噴射弁９には図外の燃料ポンプにより燃料供給通路等を介して燃料が供給され、かつ、圧縮行程での燃焼室内の圧力よりも高い燃料圧力を与え得るように燃料供給系統が構成されている。

【００３３】

また、各気筒２Ａ～２Ｄの燃焼室４に対して吸気ポート１１、１１ａ，１１ｂ及び排気ポート１２、１２ａ，１２ｂが開口し、これらのポートに吸気通路１５、排気通路２０等が接続されるとともに、各ポートが吸気弁３１、３１ａ，３１ｂ及び排気弁３２、３２ａ，３２ｂにより開閉されるようになっている。

【００３４】

そして、吸気、圧縮、膨張及び排気の各行程からなる燃焼サイクルが各気筒２Ａ～２Ｄ毎に所定の位相差をもって行われるようになっており、４気筒エンジンの場合、気筒列方向の一端側から１番気筒２Ａ、２番気筒２Ｂ、３番気筒２Ｃ、４番気筒２Ｄと呼ぶと、図５に示すように、上記燃焼サイクルが１番気筒２Ａ、３番気筒２Ｃ、４番気筒２Ｄ、２番気筒２Ｂの順にクランク角で１８０°ずつの位相差をもって行われるようになっている。なお、図５において、ＥＸは排気行程、ＩＮは吸気行程であり、また、Ｆは燃料噴射、Ｓは強制点火を表し、図中の星マークは圧縮自己着火が行われることを表している。

【００３５】

排気行程と吸気行程とが重なる一対の気筒間には、排気行程と吸気行程とが重

なるときの排気行程側の気筒（当明細書ではこれを先行気筒と呼ぶ）から吸気行程側の気筒（当明細書ではこれを後続気筒と呼ぶ）へ既燃ガスをそのまま導くことができるように、気筒間ガス通路２２が設けられている。当実施形態の４気筒エンジンでは、図５に示すように１番気筒２Ａの排気行程（ＥＸ）と２番気筒２Ｂの吸気行程（ＩＮ）とが重なり、また４番気筒２Ｄの排気行程（ＥＸ）と３番気筒２Ｃの吸気行程（ＩＮ）が重なるので、１番気筒２Ａ及び２番気筒２Ｂと、４番気筒２Ｄ及び３番気筒２Ｃとがそれぞれ一対をなし、１番気筒２Ａ及び４番気筒２Ｄが先行気筒、２番気筒２Ｂ及び３番気筒２Ｃが後続気筒となる。

【００３６】

各気筒の吸・排気ポートとこれに接続される吸気通路、排気通路及び気筒間ガス通路は、具体的には次のように構成されている。

【００３７】

先行気筒である１番気筒２Ａ及び４番気筒２Ｄには、それぞれ、新気を導入するための吸気ポート１１と、既燃ガス（排気ガス）を排気通路２０に送り出すための第１排気ポート１２ａと、既燃ガスを後続気筒に導出するための第２排気ポート１２ｂとが配設されている。また、後続気筒である２番気筒２Ｂ及び３番気筒２Ｃには、それぞれ、新気を導入するための第１吸気ポート１１ａと、先行気筒からの既燃ガスを導入するための第２吸気ポート１１ｂと、既燃ガスを排気通路に送り出すための排気ポート１２とが配設されている。

【００３８】

図１に示す例では、１番，４番気筒２Ａ，２Ｄにおける吸気ポート１１及び２番，３番気筒２Ｂ，２Ｃにおける第１吸気ポート１１ａが、１気筒当り２個ずつ、燃焼室の左半部側に並列的に設けられる一方、１番，４番気筒２Ａ，２Ｄにおける第１排気ポート１２ａ及び第２排気ポート１２ｂならびに２番，３番気筒２Ｂ，２Ｃにおける第２吸気ポート１１ｂ及び排気ポート１２が、燃焼室の右半部側に並列的に設けられている。

【００３９】

１番，４番気筒２Ａ，２Ｄにおける吸気ポート１１及び２番，３番気筒２Ｂ，２Ｃにおける第１吸気ポート１１ａには、吸気通路１５における気筒別の分岐吸

気通路１６の下流端が接続されている。各分岐吸気通路１６の下流端近傍には、共通の軸を介して互いに連動する多連スロットル弁１７が設けられており、この多連スロットル弁１７は制御信号に応じてアクチュエータ１８により駆動され、吸入空気量を調節するようになっている。なお、吸気通路１５における集合部より上流の共通吸気通路には吸気流量を検出するエアフローセンサ１９が設けられている。

【００４０】

１番，４番気筒２Ａ，２Ｄにおける第１排気ポート１２ａ及び２番，３番気筒２Ｂ，２Ｃにおける排気ポート１２には、排気通路２０における気筒別の分岐排気通路２１の上流端が接続されている。また、１番気筒２Ａと２番気筒２Ｂとの間及び３番気筒２Ｃと４番気筒２Ｄとの間にそれぞれ気筒間ガス通路２２が設けられ、先行気筒である１番，４番気筒２Ａ，２Ｄの第２排気ポート１２ｂに気筒間ガス通路２２の上流端が接続されるとともに、後続気筒である２番，３番気筒２Ｂ，２Ｃの第２吸気ポート１１ｂに気筒間ガス通路２２の下流端が接続されている。

【００４１】

上記気筒間ガス通路２２は、互いに隣接する気筒間を接続する比較的短い通路であり、先行気筒２Ａ，２Ｄから排出される既燃ガスがこの気筒間ガス通路２２を通る間の放熱量が比較的に少なく抑えられるようになっている。

【００４２】

排気通路２０における分岐排気通路２１の下流の集合部には排気ガス中の酸素濃度を検出することにより空燃比を検出するO_2センサ２３が設けられている。さらにO_2センサ２３の下流の排気通路２１には排気浄化のために三元触媒２４が設けられている。この三元触媒２４は、一般に知られているように、排気ガスの空燃比が理論空燃比（つまり空気過剰率λがλ＝１）付近にあるときにＨＣ，ＣＯ及びＮＯｘに対して高い浄化性能を示す触媒である。

【００４３】

各気筒の吸・排気ポートを開閉する吸・排気弁とこれらに対する動弁機構は、次のようになっている。

【００４４】

先行気筒２Ａ，２Ｄにおける吸気ポート１１、第１排気ポート１２ａ及び第２排気ポート１２ｂにはそれぞれ吸気弁３１、第１排気弁３２ａ及び第２排気弁３２ｂが設けられ、また、後続気筒２Ｂ，２Ｃにおける第１吸気ポート１１ａ、第２吸気ポート１１ｂ及び排気ポート１２にはそれぞれ第１吸気弁３１ａ、第２吸気弁３１ｂ及び排気弁３２が設けられている。そして、各気筒２Ａ～２Ｄの吸気行程や排気行程が上述のような所定の位相差をもって行われるように、これら吸・排気弁がそれぞれカムシャフト３３，３４等からなる動弁機構により所定のタイミングで開閉するように駆動される。

【００４５】

さらに、これらの吸・排気弁のうちで第１排気弁３２ａ、第２排気弁３２ｂ、第１吸気弁３１ａ及び第２吸気弁３１ｂに対しては、各弁を作動状態と停止状態とに切換える弁停止機構３５が設けられている。この弁停止機構３５は、従来から知られているため詳しい図示は省略するが、例えば、カムシャフト３３，３４のカムと弁軸との間に介装されたタペットに作動油の給排が可能な油圧室が設けられ、この油圧室に作動油が供給されている状態ではカムの作動が弁に伝えられて弁が開閉作動され、油圧室から作動油が排出されたときにはカムの作動が弁に伝えられなくなることで弁が停止されるようになっている。

【００４６】

上記第１排気弁３２ａの弁停止機構３５と第１吸気弁３１ａの弁停止機構３５とに対する作動油給排用の通路３６には第１コントロール弁３７が設けられ、また上記第２排気弁３２ｂの弁停止機構３５と第２吸気弁３１ｂの弁停止機構３５とに対する作動油給排用の通路３８には第２コントロール弁３９が設けられている（図３参照）。

【００４７】

図３は駆動、制御系統の構成を示している。この図において、マイクロコンピュータ等からなるエンジン制御用のＥＣＵ（コントロールユニット）４０には、エアフローセンサ１９及びO_2センサ２３からの信号が入力され、さらに運転状態を判別するためにエンジン回転数を検出する回転数センサ４７及びアクセル開

度（アクセルペダル踏込み量）を検出するアクセル開度センサ４８等からの信号も入力されている。また、このＥＣＵ４０から、各燃料噴射弁９と、多連スロットル弁１７のアクチュエータ１８と、上記第１，第２のコントロール弁３９とに対して制御信号が出力されている。

【００４８】

上記ＥＣＵ４０は、運転状態判別手段４１、弁停止機構制御手段４２、吸入空気量制御手段４３及び燃焼状態制御手段４４を備えている。

【００４９】

運転状態判別手段４１は、図４に示すように、エンジンの運転領域が低負荷低回転側の運転領域Ａ（部分負荷域）と、高負荷側ないし高回転側の運転領域Ｂとに分けられた制御用マップを有し、上記回転数センサ４５及びアクセル開度センサ４６等からの信号により調べられるエンジンの運転状態（エンジン回転数及びエンジン負荷）が上記運転領域Ａ，Ｂのいずれの領域にあるかを判別するものである。そして、この判別に基づき、低負荷低回転側の運転領域Ａでは、排気行程にある先行気筒から排出される既燃ガスをそのまま吸気行程にある後続気筒に導入して燃焼させる特殊運転モードが選択され、高負荷側ないし高回転側の運転領域Ｂでは、各気筒をそれぞれ独立させ燃焼させる通常運転モードが選択されるようになっている。

【００５０】

さらに、上記運転状態判別手段４１は、特殊運転モードが選択される部分負荷領域Ａにある場合に、この領域Ａのうちの高負荷側領域Ａ２と、それ以外の領域、つまり上記部分負荷領域Ａの低負荷側領域Ａ１とのいずれの領域にあるかを判別する機能を有している。

【００５１】

弁停止機構制御手段４２は、特殊運転モードでは気筒間ガス通路２２を介して先行気筒の既燃ガスを後続気筒に導入させる２気筒接続状態とし、通常運転モードでは各気筒にそれぞれ新気を導入させる各気筒独立状態とするように吸・排気流通状態を変更すべく弁停止機構３５を制御するもので、具体的には運転状態が運転領域Ａ，Ｂのいずれにあるかに応じ、上記各コントロール弁３７，３９を制

御することにより、各弁停止機構３５を次のように制御する。

【００５２】

運転領域Ａ：第１排気弁３２ａ及び第１吸気弁３１ａを停止状態
　　第２排気弁３２ｂ及び第２吸気弁３１ｂを作動状態
運転領域Ｂ：第１排気弁３２ａ及び第１吸気弁３１ａを作動状態
　　第２排気弁３２ｂ及び第２吸気弁３１ｂを停止状態

【００５３】

上記吸入空気量制御手段４３は、アクチュエータ１８を制御することによりスロットル弁１７の開度（スロットル開度）を制御するものであり、運転状態に応じてマップ等から目標吸入空気量を求め、その目標吸入空気量に応じてスロットル開度を制御する。この場合、特殊運転モードとされる運転領域Ａでは、後続気筒２Ｂ，２Ｃに対する分岐吸気通路１６からの吸気導入が遮断された状態で先行気筒２Ａ，２Ｄから導入される既燃ガス中の過剰空気と新たに供給される燃料との比がリーン空燃比とされつつ、後続気筒２Ｂ，２Ｃの燃焼が行われるので、先行・後続の２気筒分の要求トルクに応じた燃料の燃焼に必要な量の空気（２気筒分の燃料の量に対して理論空燃比となる量の空気）が先行気筒２Ａ，２Ｄに供給されるように、スロットル開度が調節される。

【００５４】

上記燃焼状態制御手段４４は、燃料噴射制御手段４５と点火制御手段４６とからなっており、燃料噴射制御手段４５により、各気筒２Ａ～２Ｄに設けられた燃料噴射弁９からの燃料噴射量及び噴射タイミングをエンジンの運転状態に応じて制御するとともに、点火制御手段４６により運転状態に応じた点火時期の制御及び点火停止等の制御を行う。また、エンジンの運転状態が図４中の運転領域Ａにある場合と運転領域Ｂにある場合とで、燃焼の制御状態が変更されるとともに、上記運転領域Ａの低負荷側領域Ａ１にある場合と、高負荷側領域Ａ２にある場合とで、燃料の噴射時期が変更されるようになっている。

【００５５】

すなわち、上記弁停止機構制御手段４２等からなる運転モード制御手段により特殊運転モードの制御が実行される低負荷低回転側の運転領域Ａにある場合に、

先行気筒２Ａ，２Ｄに対しては、空燃比を理論空燃比よりも大きいリーン空燃比とするように燃料噴射量を制御するとともに、圧縮行程で燃料を噴射して混合気の成層化を行わせるように噴射タイミングを設定し、かつ、圧縮上死点付近で強制点火を行わせるように点火タイミングを設定する。一方、後続気筒２Ｂ，２Ｃに対しては、先行気筒から導入されたリーン空燃比の既燃ガスに対して燃料を供給し、実質的に理論空燃比となるように燃料噴射量を制御するとともに、圧縮自己着火を行わせるべく、強制点火を停止させる。

【００５６】

そして、上記特殊運転モードの制御が実行される運転領域Ａの低負荷側領域Ａ１では、図５の実線で示すように、上記後続気筒２Ｂ，２Ｃの吸気行程で燃料を噴射するように噴射タイミングが設定され、運転領域Ａの高負荷側領域Ａ２では、上記低負荷側領域Ａ１に比べて燃料の噴射時期が相対的にリタードされることにより、図５の破線で示すように、後続気筒２Ｂ，２Ｃに対する燃料の噴射時期が後続気筒２Ｂ，２Ｃの圧縮行程後半、つまり圧縮上死点ＰＴＤＣに近い時期に設定されるようになっている。なお、図５において、符号３１，３２ｂ，３１ｂ，３２で示す領域は、それぞれ上記吸気弁３１、第２排気弁３２ｂ、第２吸気弁３１ｂ及び排気弁３２の開弁期間を示している。

【００５７】

また、エンジンの運転状態が高負荷側ないし高回転側の運転領域Ｂにある場合には、通常運転モードでの制御として、各気筒２Ａ～２Ｄの空燃比を理論空燃比もしくはそれ以下とするように燃料噴射量を制御し、例えばこの運転領域Ｂにおける大部分の領域で理論空燃比とし、全開負荷及びその付近の運転領域で理論空燃比よりリッチとする。そして、この場合に、各気筒２Ａ～２Ｄに対して吸気行程で燃料を噴射して混合気を均一化するように噴射タイミングを設定し、かつ、各気筒２Ａ～２Ｄとも強制点火を行わせるようにする。

【００５８】

以上のような当実施形態の装置の作用を、図５～図８を参照しつつ説明する。すなわち、上記低負荷低回転側の運転領域Ａでは特殊運転モードとされ、前述のように第１排気弁３２ａ及び第１吸気弁３１ａが停止状態、第２排気弁３２ｂ及

び第２吸気弁３１ｂが作動状態とされることにより、実質的な新気及びガスの流通経路は図７に示すようになり、先行気筒２Ａ，２Ｄから排出される既燃ガスがそのまま気筒間ガス通路２２を介して後続気筒２Ｂ，２Ｃに導入されるとともに、この後続気筒２Ｂ，２Ｃから排出される排気ガスのみが排気通路２０に導かれるような２気筒接続状態とされる。

【００５９】

この状態において、先行気筒２Ａ，２Ｄにそれぞれ吸気行程で吸気通路１５から新気が導入されるとともに（図７中の矢印ａ）、この先行気筒２Ａ，２Ｄの空燃比が理論空燃比よりも大きな値、例えば理論空燃比の略２倍ないしそれよりやや小さい値となるように燃料噴射量が制御されつつ圧縮行程で燃料が噴射され、かつ、所定点火時期に点火が行われることにより、リーン空燃比での成層燃焼が行われる（図６参照）。

【００６０】

また、先行気筒２Ａ，２Ｄの吸気行程と後続気筒２Ｂ，２Ｃの排気行程が重なる期間に、先行気筒２Ａ，２Ｄから排出された既燃ガスが気筒間ガス通路２２を通って後続気筒２Ｂ，２Ｃ内に導入される（図５，６中の白抜き矢印及び図７中の矢印ｂ）。そして、先行気筒２Ａ，２Ｄから導入されたリーン空燃比の上記既燃ガスに燃料が供給されるとともに、後続気筒２Ｂ，２Ｃの空燃比が理論空燃比となるように燃料噴射量が制御されつつ、圧縮行程の上死点付近で燃焼室内の圧力、温度の上昇により圧縮自己着火が上記後続気筒２Ｂ，２Ｃにおいて行われる。

【００６１】

この場合に、先行気筒２Ａ，２Ｄから排出された高温の既燃ガスが短い気筒間ガス通路２２を通って後続気筒２Ｂ，２Ｃに直ちに導入されるため、後続気筒２Ｂ，２Ｃでは吸気行程で燃焼室内の温度が高くなり、この状態からさらに圧縮行程で圧力、温度が上昇することにより、圧縮行程終期の上死点付近では混合気が自己着火し得る程度まで燃焼室内の温度が上昇する。しかも、上記既燃ガスは先行気筒２Ａ，２Ｄから排出されて後続気筒２Ｂ，２Ｃに導入されるまでの間に充分にミキシングされて均一に分布する。特に、上記のように吸気行程で燃焼が噴

射された場合には、この燃料が圧縮行程終期までの間に燃焼室全体に均一に分散するため、理想的な同時圧縮自己着火条件を満たすような均一な混合気分布状態が得られ、同時圧縮自己着火による燃焼が急速に行われることにより、熱効率が大幅に向上する。

【００６２】

このように、先行気筒２Ａ，２Ｄでは、リーンでの成層燃焼により熱効率が高められるとともに、成層燃焼を行わない通常のエンジンと比べて吸気負圧が小さくなることでポンピングロスが低減され、一方、後続気筒２Ｂ，２Ｃでは、空燃比が略理論空燃比とされつつ、均一な混合気分布状態で圧縮自己着火が行われることにより熱効率が高められるとともに、先行気筒２Ａ，２Ｄから押出されたガスが送り込まれるため先行気筒２Ａ，２Ｄよりもさらにポンピングロスが低減される。これらの作用により、燃費が大幅に改善される。

【００６３】

しかも、後続気筒２Ｂ，２Ｃから排気通路２０に排出される排気ガスは理論空燃比であるため、従来のリーンバーンエンジンのようにリーンＮＯｘ触媒を設ける必要がなく、三元触媒２４だけで充分に排気浄化性能が確保される。そして、リーンＮＯｘ触媒を設ける必要がないことから、リーンＮＯｘ触媒のＮＯｘ吸蔵量増大時におけるＮＯｘの放出、還元のための一時的な空燃比のリッチ化を行う必要がなく、燃費改善の目減りが避けられる。さらに、リーンＮＯｘ触媒の硫黄被毒の問題が生じることもない。

【００６４】

また、先行気筒２Ａ，２Ｄでは理論空燃比の略２倍もしくはそれに近いリーン空燃比とされることでＮＯｘ発生量が比較的少なく抑えられる。一方、後続気筒２Ｂ，２Ｃでは、先行気筒２Ａ，２Ｄから既燃ガスが導入されることで多量のＥＧＲが行われているのと同等の状態となるとともに、同時圧縮自己着火による急速燃焼が行われると、可及的に酸素と窒素との反応が避けられることから、ＮＯｘの発生が充分に抑制される。このような点からもエミッションの向上に有利となる。

【００６５】

しかも、後続気筒２Ｂ，２Ｃでの圧縮自己着火が先行気筒２Ａ，２Ｄから排出される既燃ガスの熱を利用して達成されるため、格別の加熱手段を用いたりエンジンの圧縮比を極端に高くしたりする必要がなく、容易に圧縮自己着火を達成することができる。また、上記特殊運転モードの制御が実行される運転領域Ａでの後続気筒２Ｂ，２Ｃに対する燃料噴射時期が、運転状態に応じて前述のように調整されることにより、ノッキングを生じることなく、広い運転領域に亘って圧縮自己着火を有効に行わせることができる。

【００６６】

すなわち、上記特殊運転モードとされる運転領域Ａの低速側領域Ａ１では、高負荷側領域Ａ２と比べると圧縮自己着火が行われにくい条件下にあるが、上記のように燃料の噴射時期が吸気行程の途中に設定されることにより、この燃料と空気（先行気筒２Ａ，２Ｄから導出されたリーン空燃比の既燃ガス）とが充分に混合されて燃焼性が促進されるため、低速域Ａ１でも効果的に圧縮自己着火が行われることになる。

【００６７】

また、上記特殊運転モードとされる運転領域Ａの高負荷側領域Ａ２では、それよりも低負荷側領域Ａ１に比べて燃焼室内の温度が高いことに起因して圧縮自己着火が行われ易い反面、後続気筒２Ｂ，２Ｃのノッキングが生じ易い傾向があるが、上記のように燃料の噴射時期が圧縮上死点ＰＴＤＣに近い時期にリタードされることにより、燃料の噴射後に混合気が充分に活性することなく、圧縮自己着火が行われるため、燃焼室内で火炎が伝播する前に混合気が自然着火するノッキングの発生が防止されることになる。

【００６８】

一方、高負荷側ないし高回転側の運転領域Ｂでは通常運転モードとされ、前述のように第１排気弁３２ａ及び第１吸気弁３１ａが作動状態、第２排気弁３２ｂ及び第２吸気弁３１ｂが停止状態とされることにより、実質的な新気及びガスの流通経路は図８に示すようになり、各気筒２Ａ～２Ｄの吸気ポート１１，１１ａ及び排気ポート１２ａ，１２が独立し、吸気通路１５から各気筒２Ａ～２Ｄの吸気ポート１１，１１ａに新気が導入されるとともに各気筒２Ａ～２Ｄの排気ポー

ト１２，１２ａから排気通路２０に既燃ガスが排出される。そして、この場合は、理論空燃比もしくはそれよりリッチとなるように吸入空気量及び燃料噴射量が制御されることにより、出力性能が確保される。

【００６９】

上記のように後続気筒２Ｂ，２Ｃの圧縮自己着火が行われる運転領域Ａで、ノッキングが生じ易い運転状態、つまり上記高負荷側運転領域Ａ２の運転状態にあることが確認された場合に、後続気筒２Ｂ，２Ｃに対する燃料の噴射時期を相対的にリタードさせることにより、混合気の活性化を抑制するように構成したため、混合気の着火性が良すぎることに起因したノッキングの発生を効果的に防止することができる。しかも、上記後続気筒２Ｂ，２Ｃの圧縮自己着火領域で、ノッキングが生じにくい運転状態、つまり上記低負荷側領域Ａ１の運転状態にあることが確認された場合に、後続気筒２Ｂ，２Ｃに対する燃料の噴射時期が相対的にアドバンスされることにより、混合気の活性化が促進されるため、上記後続気筒２Ｂ，２Ｃにおける失火の発生を効果的に防止して圧縮自己着火による燃焼を確実に行わせることができ、これによってエンジンの熱効率を向上させる作用が得られるとともに、エンジン出力が充分に確保されるという利点がある。

【００７０】

特に、上記実施形態に示すように、後続気筒２Ｂ，２Ｃの圧縮自己着火領域で、ノッキングが発生し易い運転状態にある場合には、後続気筒２Ｂ，２Ｃに対する燃料の噴射時期を圧縮行程の後半に設定した場合には、混合気の活性化を効果的に抑制することにより、上記ノッキングの発生を確実に抑制することができる。

【００７１】

なお、後続気筒２Ｂ，２Ｃの圧縮自己着火が行われる運転領域Ａで、ノッキングが生じ易い運転状態、つまり上記高負荷側運転領域Ａ２の運転状態にあることが確認された場合に、図９に示すように、後続気筒２Ｂ，２Ｃに燃料を分割して噴射するとともに、この分割噴射時における燃料の後期噴射時期Ｓ２を圧縮後半に設定するように構成してもよい。このように構成した場合には、上記分割噴射時における前期噴射時期Ｓ１、つまり後続気筒２Ｂ，２Ｃの吸気行程の途中等で

噴射された前期噴射分の燃料を空気と充分に混合させることにより、燃焼性を確保しつつ、上記後期噴射時期Ｓ２に噴射された後期噴射分の燃料が空気と混合されるのを適度に抑制することにより、ノッキングの発生を効果的に防止できるという利点がある。

【００７２】

また、後続気筒２Ｂ，２Ｃの圧縮自己着火が行われる運転領域Ａで、エンジン負荷等に応じてノッキングの発生確率を判別し、このノッキングの発生確率が高い程、上記燃料の分割噴射時における後期噴射時期Ｓ２を圧縮上死点に近づけるようにリタードさせるように構成してもよい。このようにノッキングの発生確率に応じて上記後期噴射時期Ｓ２を変化させるように構成した場合には、燃焼室内温度が低くなる傾向があるエンジンの低負荷側で失火の発生を効果的に防止しつつ、燃焼室内の温度が高くなる傾向があるエンジンの高負荷側でノッキングの発生を効果的に防止することができる。

【００７３】

さらに、後続気筒２Ｂ，２Ｃの圧縮自己着火が行われる運転領域Ａで、ノッキングが発生し易い運転状態にある場合に、後続気筒２Ｂ，２Ｃに燃料を分割して噴射するとともに、この分割噴射時における燃料の後期噴射量を前噴射量よりも多い値に設定するように構成してもよい。この構成によると、後続気筒の圧縮自己着火領域で、後続気筒２Ｂ，２Ｃの燃焼室内温度が高いこと等に起因してノッキングが生じ易い運転状態にあることが確認された場合に、後続気筒２Ｂ，２Ｃに分割噴射される燃料の後期噴射量が前期噴射量よりも多い値に設定されることにより、ノッキングの発生確率が高い運転領域Ａ２で混合気の活性化が効果的に抑制されることになるため、ノッキングの発生を、より確実に防止できるという利点がある。

【００７４】

また、上記後続気筒２Ｂ，２Ｃの圧縮自己着火が行われる運転領域Ａで、ノッキングの発生確率を判別し、このノッキングの発生確率が高い程、後続気筒に噴射される燃料の総噴射量に対する後期噴射量の割合を増大させるように変化させることが望ましい。この構成によれば、上記後続気筒２Ｂ，２Ｃの圧縮自己着火

領域で、ノッキングの発生確率に応じて上記燃料の後期噴射量を変化させるように構成した場合には、燃焼室内温度が低くなる傾向があるエンジンの低負荷側で失火の発生を効果的に防止しつつ、燃焼室内の温度が高くなる傾向があるエンジンの高負荷側でノッキングの発生を効果的に防止できるという利点がある。

【００７５】

また、上記実施形態では、後続気筒２Ｂ，２Ｃ圧縮自己着火が行われる運転領域Ａで、エンジンが高負荷運転領域Ａ２にある場合に、ノッキングが発生し易い状態にあると判定するように構成したため、エンジン負荷に応じて後続気筒２Ｂ，２Ｃの燃焼室内温度が高くなる傾向があるか否かを容易かつ適正に判別することができる。したがって、上記エンジン負荷に基づいて後続気筒２Ｂ，２Ｃにノッキングが生じ易い運転状態にあるか否かを正確に判別し、この判別結果に応じて後続気筒２Ｂ，２Ｃに対する燃料の噴射時期を適正に制御することができる。

【００７６】

なお、使用される燃料のオクタン価を判別する判別手段を設け、この判別手段の判別結果に応じ、後続気筒２Ｂ，２Ｃの圧縮自己着火領域でノッキングが発生し易い状態にあると判定するように構成してもよい。すなわち、使用される燃料のオクタン価が低い程、ノッキングが生じ易い傾向があるため、上記判別手段においてオクタン価が低い燃料を使用していることが判別された場合に、後続気筒２Ｂ，２Ｃの圧縮自己着火領域でノッキングが生じ易い運転状態にあると判定し、この判定結果に応じて後続気筒２Ｂ，２Ｃに対する燃料の噴射時期を適正に制御するようにしてもよい。

【００７７】

また、後続気筒２Ｂ，２Ｃの圧縮自己着火が行われる運転領域Ａで、ノッキングが発生し易い運転状態にある場合に、圧縮行程の後半で強い乱流強度が維持されるようにスワールを生成するスワール生成手段を設けた構造とすることが望ましい。この構成によれば、後続気筒２Ｂ，２Ｃの圧縮自己着火領域で、ノッキングが生じ易い運転状態にある場合に、燃料の噴射時期がリタードされることによる燃料性の低下を、上記スワール生成手段によって生成されたスワールに応じて改善することができる。したがって、上記スワールに応じて圧縮行程の後半で強

い乱流強度が維持されることによる燃焼性の改善効果と、後続気筒に対する燃料の噴射時期がリタードされて圧縮上死点に近づけられる等によるノッキングの抑制効果とを両立させることができるという利点がある。

【００７８】

例えば、図１０に示すように、気筒間ガス通路２２の先端部分、つまり後続気筒２Ｂ，２Ｃの第２吸気ポート１１ｂに接続される気筒間ガス通路２２の下流側端部を、平面視で後続気筒２Ｂ，２Ｃのシリンダ接線方向に指向させるように設置する。そして、後続気筒２Ｂ，２Ｃの吸気行程で、先行気筒２Ａ，２Ｄの第２排気ポート１２ｂを開口させて、先行気筒２Ａ，２Ｄの既燃ガスを気筒間ガス通路２２内に導入させるとともに、後続気筒２Ｂ，２Ｃの第２吸気ポート１１ｂを開口させて、上記気筒間ガス通路２２から後続気筒２Ｂ，２Ｃの接線方向（図１０の矢印ｂ方向）に沿って燃焼室内に既燃ガスを導入させることにより、後続気筒２Ｂ，２Ｃの燃焼室内にスワールを生成することができるとともに、このスワールの乱流強度を圧縮行程の後半で強い値に維持し、これによって後続気筒２Ｂ，２Ｃの燃焼性を効果的に改善することができる。

【００７９】

なお、本発明の装置の具体的構成は上記実施形態に限定されず、種々変更可能である。他の実施形態を以下に説明する。すなわち、上記各実施形態では、特殊運転モードとされる運転領域Ａの全域で、後続気筒２Ｂ，２Ｃを圧縮自己着火により燃焼させるようにしているが、特殊運転モードとされる運転領域Ａのうちの一部、例えば燃焼室内の温度、圧力が圧縮自己着火可能な状態に達しにくい極低速低負荷の領域では、後続気筒２Ｂ，２Ｃに対して所定の点火時期に点火プラグ７による点火を行わせ、強制点火により燃焼させるようにしてもよい。あるいはまた、エンジン温度が低いときに、後続気筒２Ｂ，２Ｃを強制点火により燃焼させるようにしてもよい。

【００８０】

また、上記基本実施形態では弁停止機構３５を用いて２気筒接続状態と各気筒独立状態とに吸・排気流通状態を切換可能としているが、吸・排気通路及び気筒間ガス通路に開閉弁を設けてこれらの通路の開閉により２気筒接続状態と各気筒

独立状態とに切換え得るようにしておいてもよい。

【００８１】

さらに、本発明の装置は４気筒以外の多気筒エンジンにも適用可能である。そして、例えば６気筒等では１つの気筒の排気行程と別の気筒の吸気行程が完全に重なり合うことはないが、このような場合は、一方の気筒の排気行程が他方の気筒の吸気行程より先行するとともに、両行程が部分的に重なり合う２つの気筒を先行、後続の一対の気筒とすればよい。

【００８２】

【発明の効果】

以上のように本発明の制御装置によると、特殊運転モードとされた場合に、排気行程と吸気行程とが重なる一対の気筒間における先行気筒ではリーン空燃比で燃焼を行わせ、後続気筒では先行気筒から導入されたリーン空燃比の既燃ガスに燃料を供給して、圧縮自己着火により燃焼を行わせるようにしているため、先行気筒ではリーン燃焼による熱効率向上及びポンピングロス低減により、また後続気筒では圧縮自己着火による燃焼効率の向上及びポンピングロス低減により、燃費を改善することができる。しかも、後続気筒における燃焼の際の空燃比が実質的に理論空燃比となるようにしているため、排気通路での排気ガスの浄化を三元触媒だけで充分に行うことでき、リーンＮＯｘ触媒が不要となる。

【００８３】

そして、特に本発明では、上記特殊運転モードとされる運転領域で、ノッキングが生じ易い運転状態にある場合には、ノッキングが生じにくい運転状態にある場合に比べて後続気筒に対する燃料噴射時期を相対的にリタードさせることにより、混合気の活性化を抑制するように構成したため、混合気の着火性が良すぎることに起因したノッキングの発生を効果的に防止することができる。しかも、上記運転領域でノッキングが生じにくい運転状態にある場合には、後続気筒に対する燃料の噴射時期が相対的に早い時期に設定されることにより、混合気の活性化が促進されるため、上記後続気筒における失火の発生を効果的に防止して圧縮自己着火による燃焼を確実に行わせることができ、これによってエンジンの熱効率を向上させる作用が得られるとともに、エンジン出力が充分に確保されるという

利点がある。

【図面の簡単な説明】

【図１】

本発明の一実施形態による制御装置を備えたエンジン全体の概略平面図である。

【図２】

エンジン本体等の概略断面図である。

【図３】

制御系統のブロック図である。

【図４】

運転状態に応じた制御を行うための運転領域設定の一例を示す説明図である。

【図５】

先行気筒及び後続気筒の燃焼サイクルを示す説明図ある。

【図６】

各気筒の排気行程、吸気行程、燃料噴射時期及び点火時期等を示す図である。

【図７】

低負荷低回転時の実質的な新気及びガスの流通経路を示す説明図である。

【図８】

高負荷、高低回転側の運転領域にある時の実質的な新気及びガスの流通経路を示す説明図である。

【図９】

先行気筒及び後続気筒の燃焼サイクルの別の例を示す説明図である。

【図１０】

スワール生成手段の具体的構成を示す説明図である。

【符号の説明】

１　エンジン本体

２Ａ～２Ｄ　気筒

９　燃料噴射弁

１５　吸気通路

２０　排気通路

２２　気筒間ガス通路

３５　弁停止機構

４０　ＥＣＵ

４１　運転状態判別手段

４２　弁停止機構制御手段（運転モード制御手段）

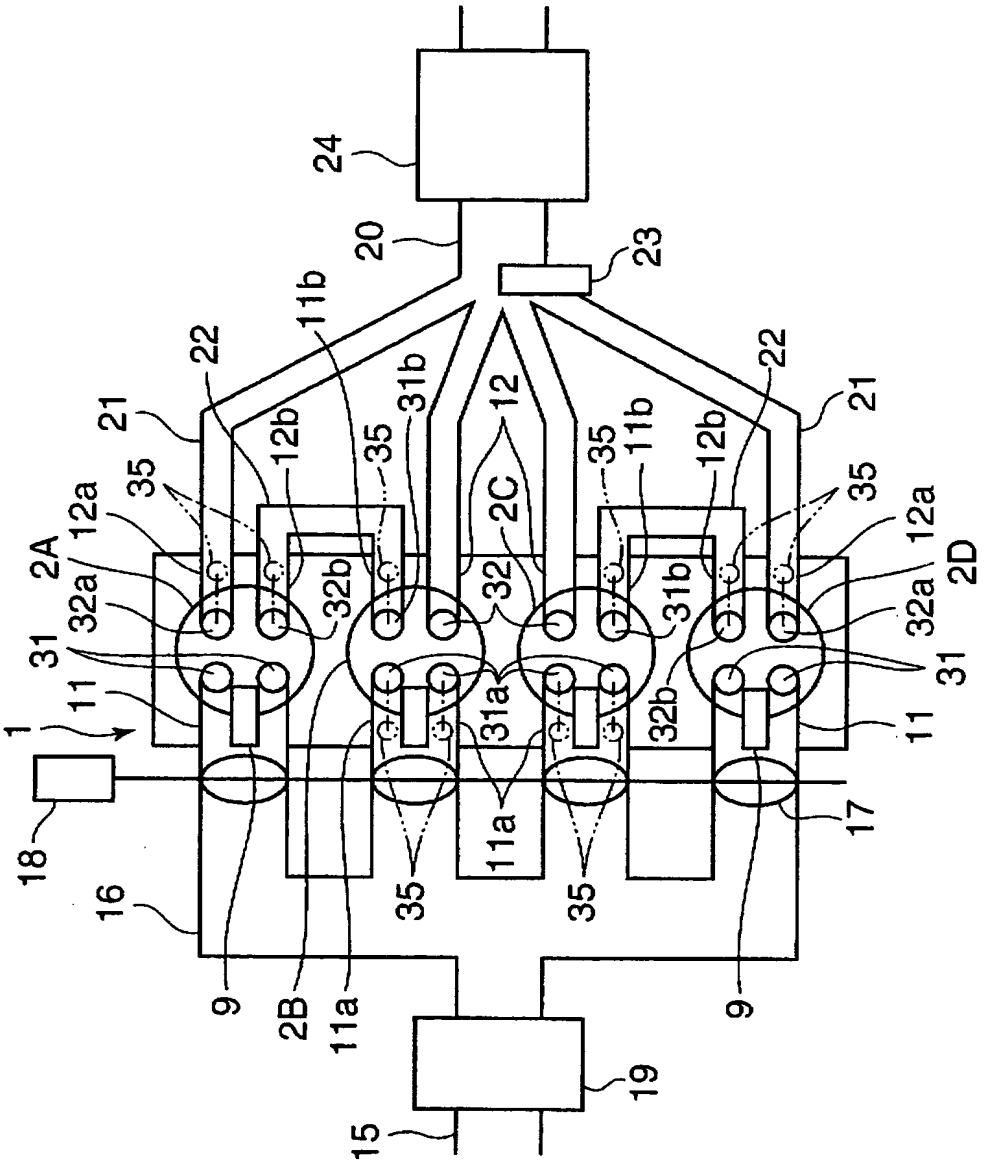
４３　吸入空気量制御手段

４４　燃焼状態制御手段

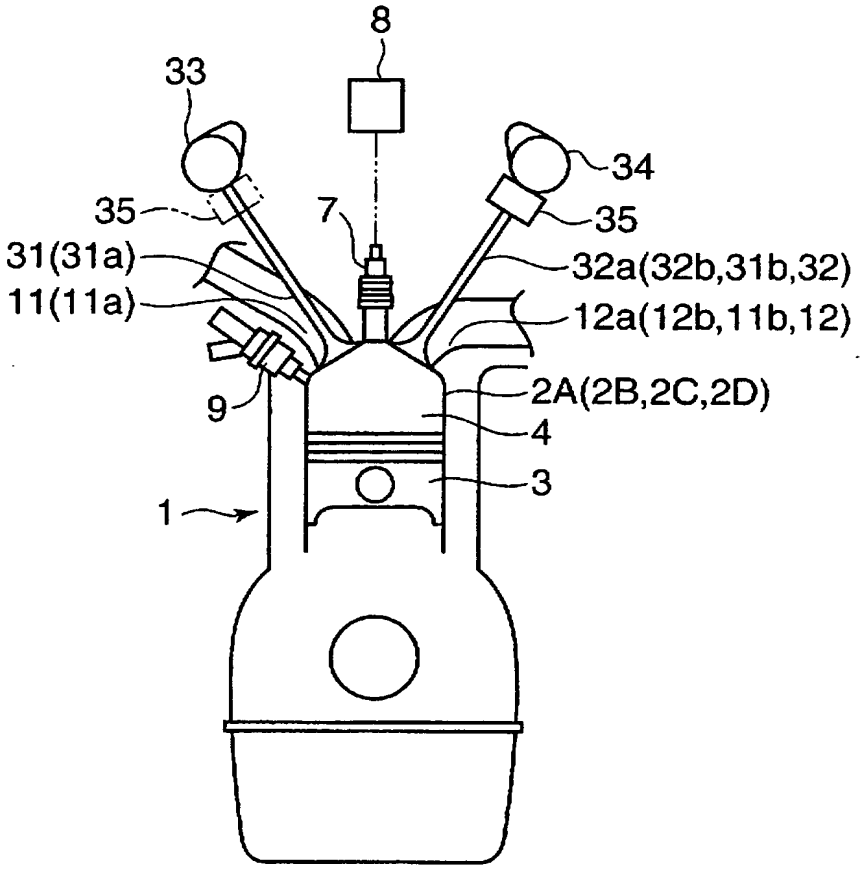
４５　燃料噴射制御手段

【書類名】　図面

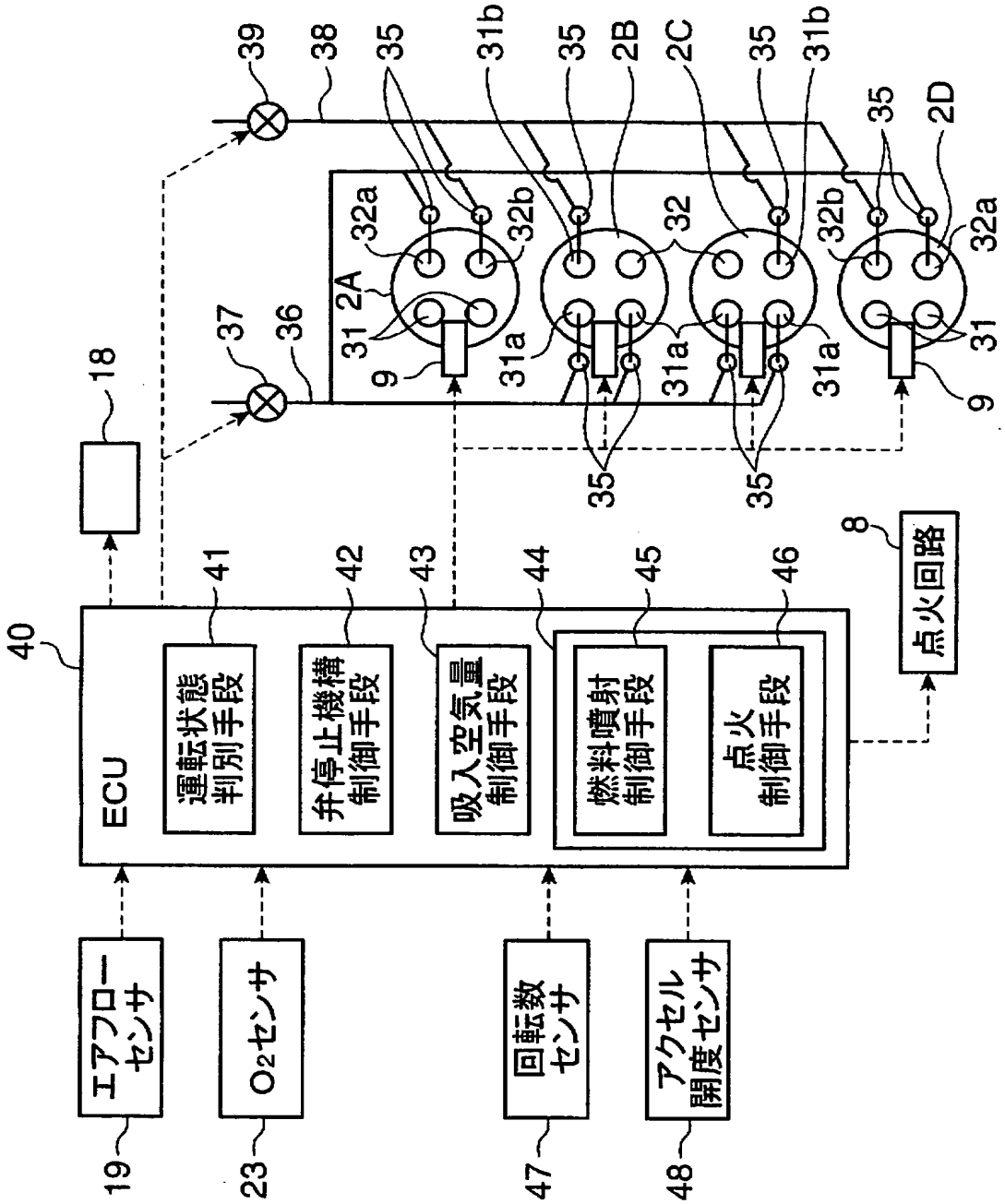
【図１】


24
20
23
11b
22
21
12b
35
31b
12
2C
32
2A
12a
32a
31
11
1
18
16
9
2B
11a
19
15
2D
17

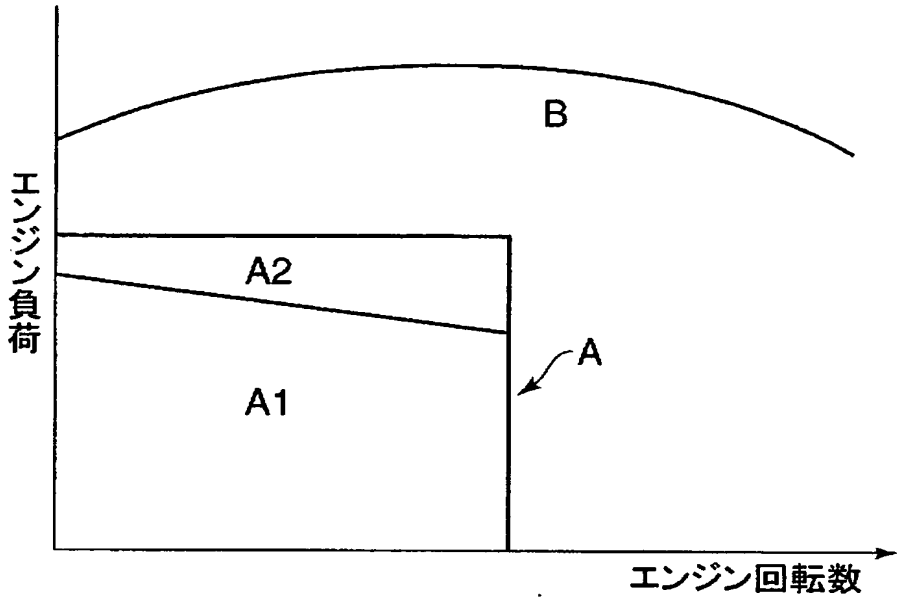
【図２】


8
33
34
35
7
35
31(31a)
32a(32b,31b,32)
11(11a)
12a(12b,11b,12)
2A(2B,2C,2D)
9
4
3
1

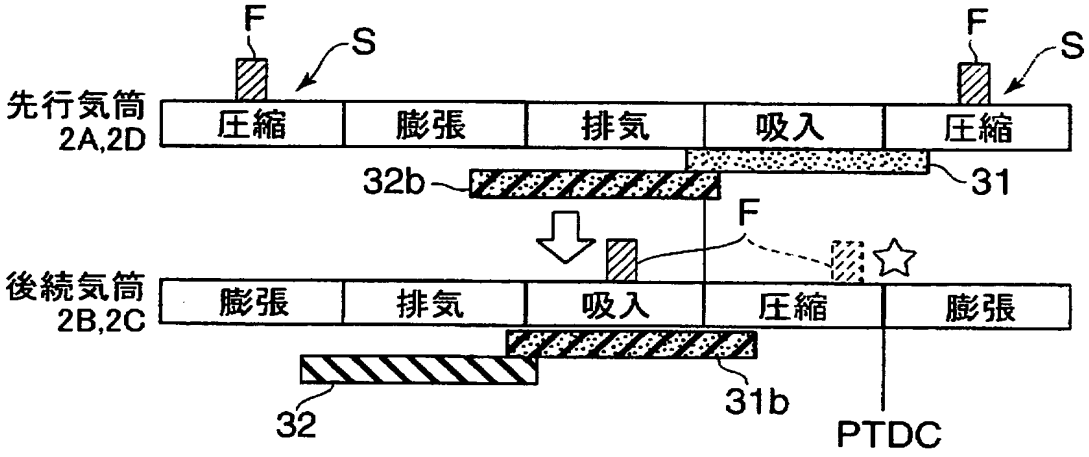
【図３】


39
38
35
31b
35
2B
2C
35
31b
35
2D
32a
32b
32
32b
32a
2A
31
9
31a
31a
31a
31
9
37
36
18
35
35
8
点火回路
40
ECU
41
運転状態判別手段
42
弁停止機構制御手段
43
吸入空気量制御手段
44
45
燃料噴射制御手段
46
点火制御手段
エアフローセンサ
O2センサ
回転数センサ
アクセル開度センサ
19
23
47
48

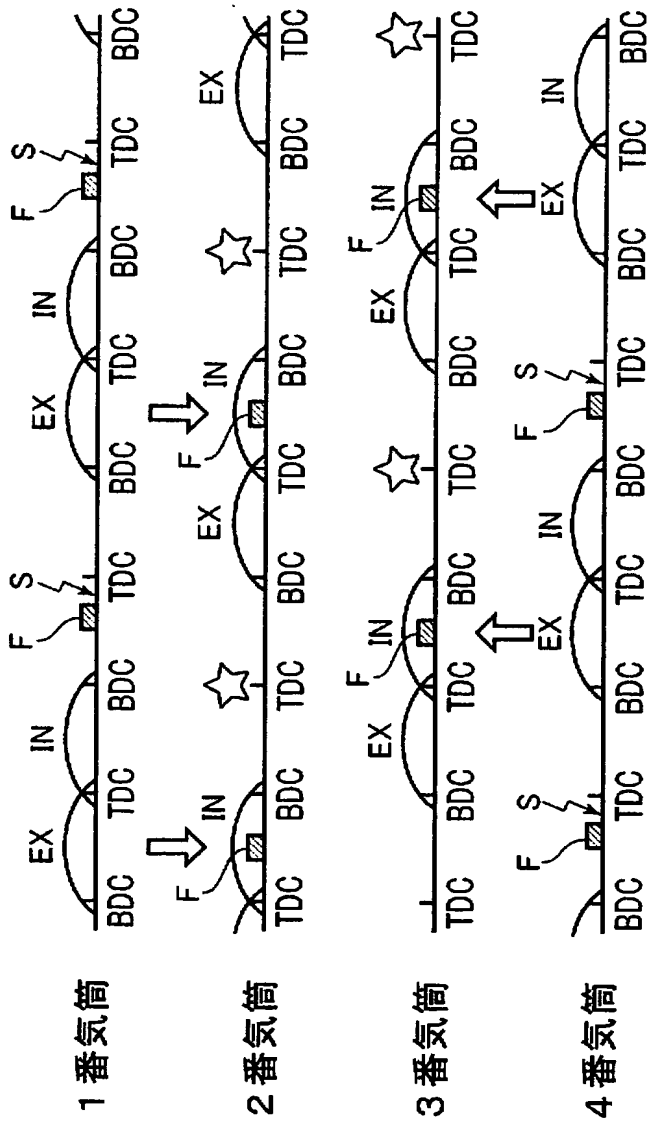
【図４】


B
エンジン負荷
A2
A
A1
エンジン回転数

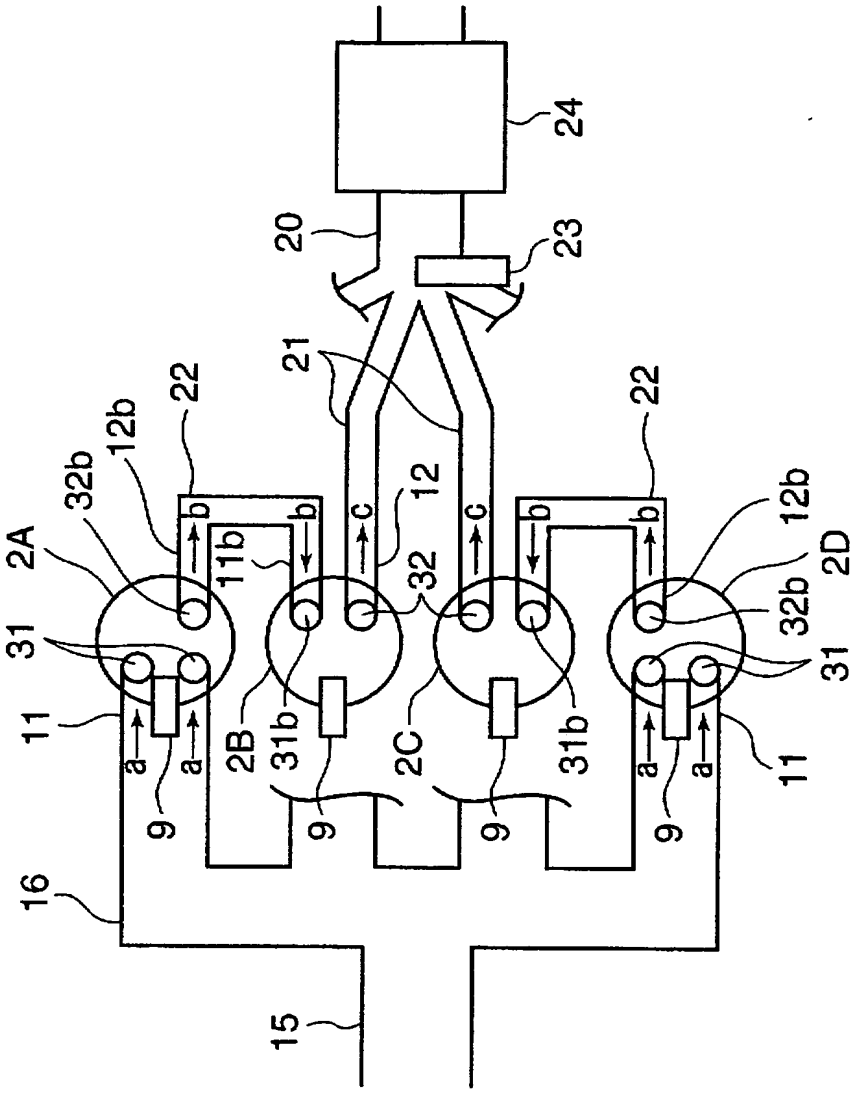
【図５】


F
S
F
S
先行気筒
2A,2D
圧縮
膨張
排気
吸入
圧縮
32b
31
F
後続気筒
2B,2C
膨張
排気
吸入
圧縮
膨張
31b
32
PTDC

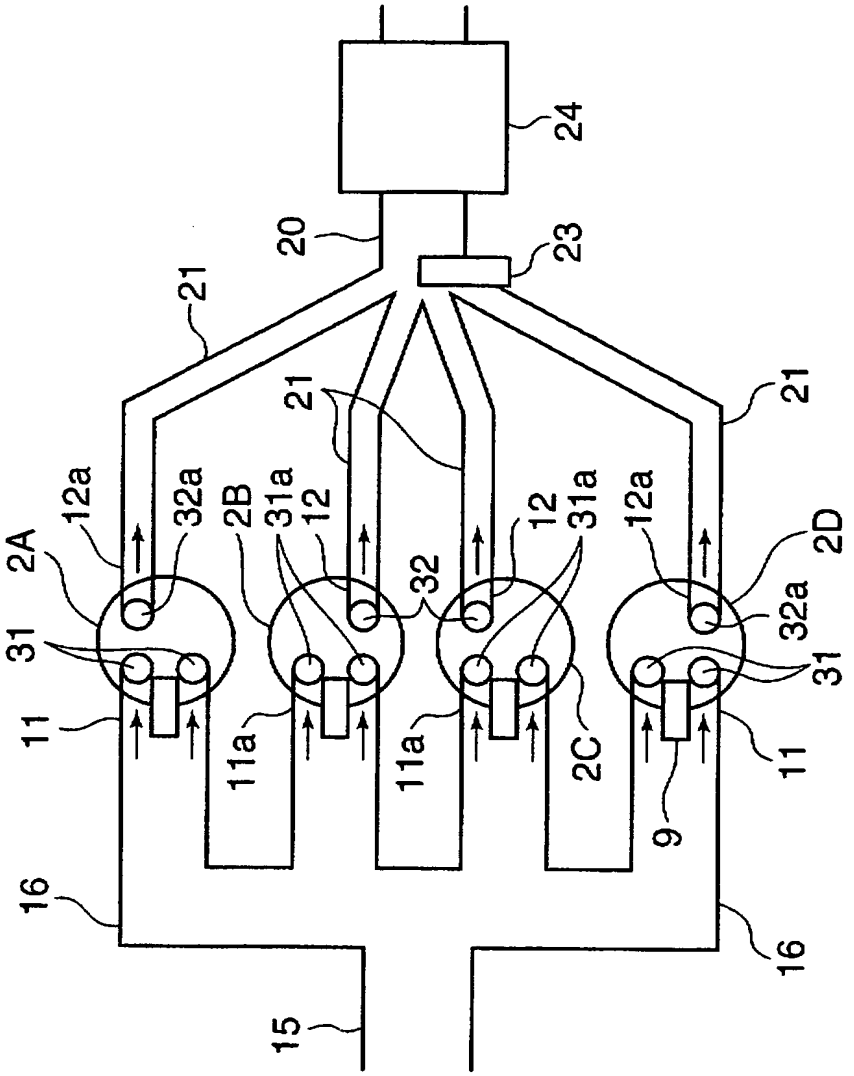
【図６】



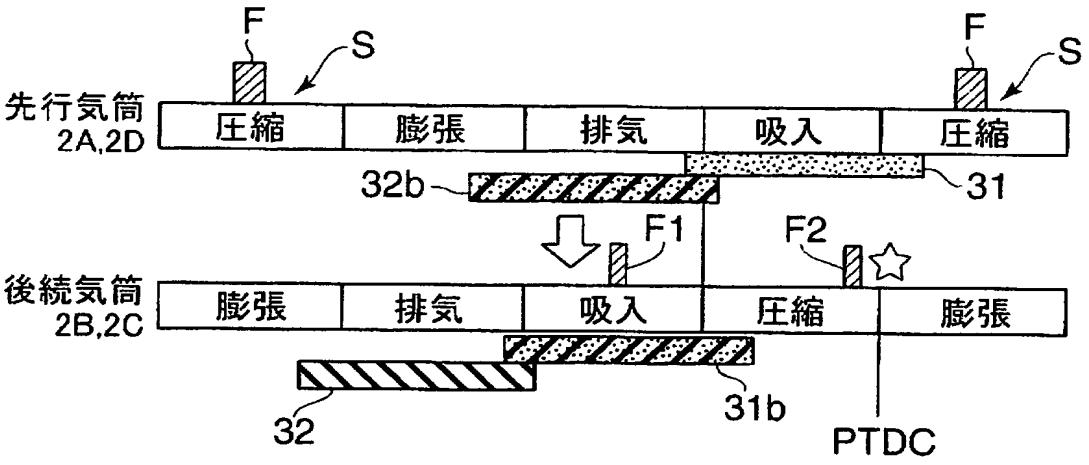
【図７】


24
20
23
21
22
22
12b
32b
2A
12
11b
32
12b
2D
32b
31
31
11
2B
31b
2C
31b
11
16
15
9
9
9
9
a
a
a
a
b
b
b
b
c
c

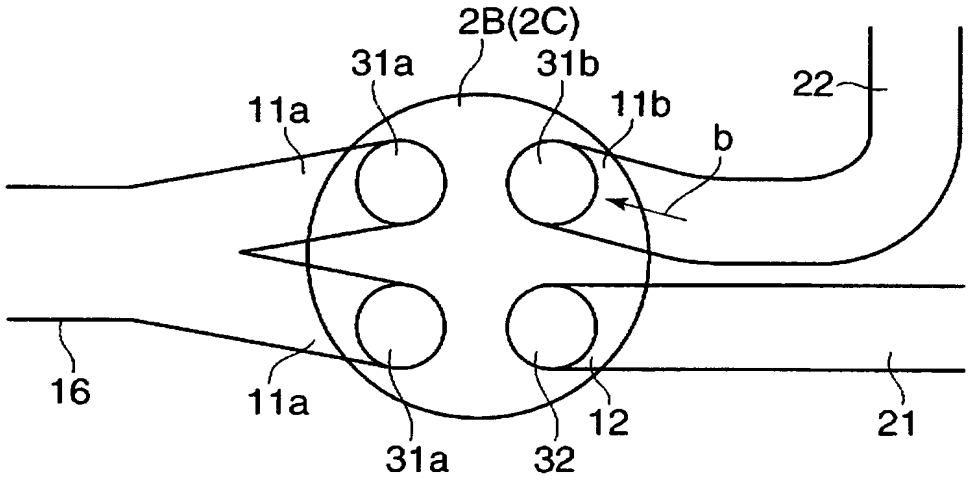
【図８】


24
20
23
21
21
21
12a
32a
2B
31a
12
12
31a
12a
2D
2A
32
32a
31
31
11
11a
11a
2C
11
9
16
16
15

【図９】


F
S
F
S
先行気筒
2A,2D
圧縮
膨張
排気
吸入
圧縮
32b
31
F1
F2
後続気筒
2B,2C
膨張
排気
吸入
圧縮
膨張
31b
32
PTDC

【図１０】


2B(2C)
31a
31b
22
11a
11b
b
16
11a
31a
32
12
21

【書類名】　　要約書

【要約】

【課題】　ノッキングの発生を抑制しつつ、さらに広い運転域で効果的に後続気筒での圧縮自己着火による燃焼を行わせる。

【解決手段】　エンジンの部分負荷域で、排気行程と吸気行程とが重なる一対の気筒間において排気行程側の先行気筒２Ａ，２Ｄから排出される既燃ガスがそのまま吸気行程側の後続気筒２Ｂ，２Ｃに気筒間ガス通路２２を介して導入されるように吸・排気の流通状態を制御する。そして、上記特殊運転モードとされる運転領域で、燃焼状態制御手段４４により、後続気筒２Ｂ，２Ｃを圧縮自己着火により燃焼を行わせるように制御するとともに、上記後続気筒の圧縮自己着火領域で、ノッキングが発生し易い運転状態にある場合には、ノッキングが生じにくい運転状態にある場合に比べて後続気筒に対する燃料の噴射時期を相対的にリタードさせる制御を燃料噴射制御手段４５により実行する。

【選択図】　　図３

特願２００２－２９２８７５

出　願　人　履　歴　情　報

識別番号　　［０００００３１３７］

１．変更年月日　　１９９０年　８月２２日
［変更理由］　　新規登録
住　所　　広島県安芸郡府中町新地３番１号
氏　名　　マツダ株式会社